

# PEMANFAATAN *OPTICAL WIRELESS MOUSE* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MENGUKUR KOEFISIEN RESTITUSI TUMBUKAN BENDA

Vexillia Gratia Putri Endar Jati<sup>1</sup>, Suryasatriya Trihandaru<sup>1,2</sup>, Alvama Pattiserlihu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, <sup>2</sup>Program Studi Fisika

Universitas Kristen Satya Wacana

Email : 192012035@student.uksw.edu

## ABSTRAK

Peristiwa tumbukan berlangsung dalam waktu singkat dan cepat, sehingga diperlukan alat rekam yang baik untuk mengambil data pada peristiwa tumbukan. Penelitian ini bertujuan 1) memanfaatkan *optical wireless mouse* sebagai media pembelajaran 2) menentukan nilai koefisien restitusi ( $e$ ) dalam peristiwa tumbukan satu dimensi pada bidang datar dengan memanfaatkan *air track* sederhana. Dalam penelitian ini koefisien restitusi ( $e$ ) diperoleh dari analisis rekam *sensor optical wireless mouse* yang ditumbukkan dengan dinding *air track*. Percobaan dilakukan dengan mengubah-ubah jenis benda yang ditumbukkan yaitu kayu, seng, dan karet. Melalui percobaan dan analisis rekam *sensor optical wireless mouse* menghasilkan data kecepatan sebelum dan kecepatan sesudah tumbukan dalam bentuk grafik  $x$  (waktu) dan grafik  $y$  (posisi) serta nilai koefisien restitusi ( $e$ ) dari jenis benda yang sudah ditumbukkan. Didapatkan hasil tumbukan kayu dengan kayu nilai koefisien restitusi ( $e$ ) 0,78 dengan simpangan baku relatif 11% termasuk tumbukan lenting sebagian, karet dengan karet nilai koefisien restitusi ( $e$ ) 0,69 dengan simpangan baku relatif 15% termasuk tumbukan lenting sebagian, seng dengan seng nilai koefisien restitusi ( $e$ ) 0,54 dengan simpangan baku relatif 10% termasuk tumbukan lenting sebagian. Dengan demikian percobaan menggunakan *sensor optical wireless mouse* pada peristiwa tumbukan mampu memberikan hasil yang presisi sehingga memungkinkan digunakan sebagai media pembelajaran tumbukan di sekolah menengah.

**Kata kunci:** tumbukan, *air track*, *optical wireless mouse*.

## A. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari sering kita jumpai peristiwa tabrakan atau tumbukan antara dua benda. Peristiwa tumbukan berlangsung dalam waktu singkat dan cepat, sehingga membutuhkan alat rekam yang baik untuk mengambil data pada peristiwa tumbukan. Dengan menghitung kecepatan sebelum dan setelah tumbukan kita dapat menentukan besarnya nilai koefisien restitusi ( $e$ ) (Purwanti dan Pramudya, 2014).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nurul Hikmah (2014), materi tumbukan memiliki tingkat kesulitan tinggi dalam menganalisis kinematika gerak (Hikmah, 2014; Rasanzeni, 2016). Penelitian lain yang dilakukan Patris Fernandes Hingkua (2014) menyatakan bahwa pada pembelajaran tumbukan melibatkan banyak contoh yang memerlukan visualisasi. Dengan adanya visualisasi akan lebih mudah memahami dan mengingat materi (Hingkua dan Wirjawan, 2015). Untuk memvisualisasikan peristiwa tumbukan perlu dikembangkan sebuah media pembelajaran (Nugroho, 2015). Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan adalah *optical wireless mouse*.

Dalam penelitian ini dirancang sebuah alat yaitu *air track* sederhana yang berfungsi sebagai landasan *optical wireless mouse*, kemudian dilakukan perekaman mouse yang selanjutnya akan menjadi data masukan dan dianalisa sehingga akan menghasilkan nilai koefisien restitusi ( $e$ ) dari masing-masing benda yang akan ditumbukkan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *optical wireless mouse* sebagai media pembelajaran dan menentukan nilai koefisien restitusi ( $e$ ) dalam peristiwa tumbukan satu dimensi pada bidang datar dengan memanfaatkan *air track*

sederhana dengan harapan alat dan program yang dibuat dapat membantu guru agar lebih mudah dalam mendemonstrasikan peristiwa tumbukan.

### **Tumbukan**

Peristiwa tumbukan antara dua buah benda dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu :

- a) Tumbukan lenting sempurna.
- b) Tumbukan lenting sebagian.
- c) Tumbukan tidak lenting sama sekali.

Perbedaan tumbukan-tumbukan tersebut dapat diketahui berdasarkan nilai koefisien elastisitas (koefisien restitusi) dari dua buah benda yang bertumbukan. Koefisien Restitusi ( $e$ ) adalah tingkat kelentingan suatu tumbukan. Koefisien restitusi ( $e$ ) juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan perubahan kecepatan benda sesudah bertumbukan dan sebelum bertumbukan.

Secara matematis Koefisien restitusi dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah :

$$e = -\frac{v_2}{v_1}$$

Dengan  $e$  = koefisien restitusi ( $0 \leq e \leq 1$ ).

- a) Tumbukan lenting sempurna, dikatakan lenting sempurna apabila jumlah energi kinetik benda sebelum dan sesudah tumbukan tetap, sehingga nilai koefisien restitusi sama dengan 1 ( $e = 1$ ).
- b) Tumbukan lenting sebagian, hukum kekekalan energi kinetik tidak berlaku karena terjadi perubahan energi kinetik sebelum dan sesudah tumbukan, sehingga Pada tumbukan lenting sebagian hanya berlaku hukum kekekalan momentum saja dan koefisien restitusi tumbukan lenting sebagian mempunyai nilai diantara nol dan satu ( $0 < e < 1$ ).
- c) Tumbukan tidak lenting sama sekali, dikatakan tumbukan tidak lenting sama sekali apabila kedua buah benda setelah mengalami tumbukan benda tersebut akan bergabung menjadi satu. Pada tumbukan tidak lenting sama sekali, jumlah energi kinetik benda sesudah tumbukan lebih kecil dibanding jumlah energi kinetik benda sebelum tumbukan. Jadi pada tumbukan ini terjadi pengurangan energi kinetik. Nilai koefisien restitusi pada tumbukan tidak lenting sama sekali adalah nol ( $e = 0$ ) (Dade, 2012; Halliday dan Resnick, 1991; Giancoli, 2001).

### ➤ **Air Track**

Linear Air Track adalah sebuah alat yang menyediakan lintasan lurus menggunakan udara untuk meminimalisasikan gesekan bahkan dapat dikatakan bebas gesekan antara benda dengan lintasannya. Salah satu keuntungan dari alat ini adalah tingkat kestabilan gerak benda yang berjalan sepanjang lintasan sehingga memiliki tingkat akurasi yang tinggi (Griffiths, 2012; Wantoro dkk, 2016).

### ➤ **Mouse Wireless**

*Mouse* adalah salah satu dari beberapa alat penunjuk (*pointer device*) yang dikembangkan untuk *On Line System* (NLS) milik Engelbard. *Mouse* pertama yang di produksi oleh Engelbard berukuran sangat besar dan menggunakan dua buah diode yang saling tegak lurus berfungsi untuk mendeteksi gerakan ke sumbu x dan sumbu y.

*Mouse optic* bekerja menggunakan LED (*Light Emmiting Diode*) sebagai pengganti bola *mouse* dan *photo diode* untuk mendeteksi gerakan. Cahaya LED akan menempel pada suatu landasan ke CMOS (*Complimentari Metal-Oxide Semi Konductor*). Sensor ini kemudian mengirimkan gambaran permukaan ke *Digital Signal Processor* (DSP). DSP akan menganalisis gambaran tadi dan menentukan jarak pergeseran *mouse* yang kemudian akan dikirimkan ke komputer (Yahya, 2011).

Dalam penelitian ini, *optic wireless mouse* digunakan sebagai pengganti *stopwatch* untuk mengukur kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan.

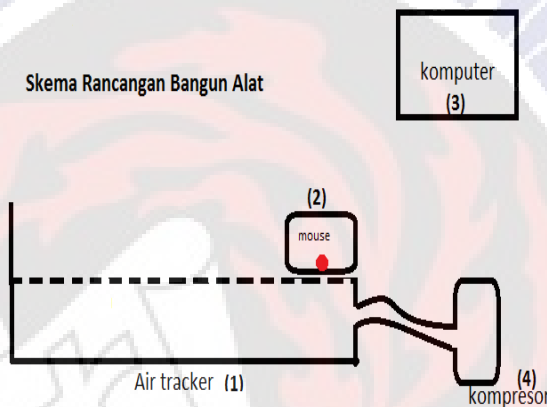
### ➤ **GUI (Graphical user interface) Matlab.**

Matlab merupakan sebuah singkatan dari Matrix Laboratory (Oluwole, 2013). Matlab digunakan sebagai alat pemrograman standart. Matlab juga menyediakan beberapa pilihan untuk dipelajari yaitu metode visualisasi dan metode pemrograman. Selain itu Matlab menyediakan fungsi fungsi GUI (*Graphical user interface*) yang dapat digunakan untuk pengolahan suatu citra atau gambar (Wijaya, 2015). Dalam penelitian ini sensor pada *mouse wireless* akan menghasilkan koordinat pada layar komputer yang kemudian akan direkam oleh Matlab. Hasil rekaman gerak pada sumbu x dan sumbu y selanjutnya di transformasikan kedalam bentuk grafik (Wulandari dkk, 2014).

## B. METODE PENELITIAN

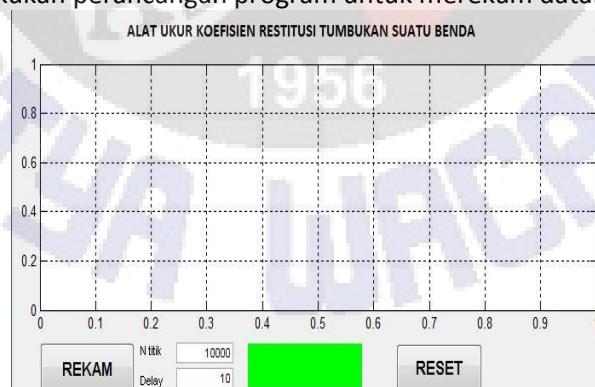
### Rancang Bangun Alat

Perancangan alat ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama dilakukan pembuatan *air track* sederhana sebagai landasan *optic wireless mouse*. *Air track* dibuat dengan panjang 35 cm dan lebar 8 cm sedangkan jarak antara lubang *air track* 1 cm. Alat dan bahan yang digunakan sebagai dinding yang ditumbukkan yaitu : kayu, seng, dan karet. Adapun skema perancangan alat dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Skema rancang bangun alat (1) *Air Track*, (2) *optic wireless mouse*, (3) komputer, (4) kompresor

Pada tahap kedua, dilakukan perancangan program untuk merekam data.



**Gambar 2.** Tampilan rekam *mouse* pada GUI (*graphical user interface*) Matlab r2009a

Pertama-tama, kompresor disambungkan dengan *air track* kemudian letakan *mouse wireless* diletakkan di atas *air track* sesuai dengan posisi yang telah ditentukan. Tombol rekam ditekan untuk memulai proses perekaman. Pada saat *mouse* bergerak dan mulai menumbuk dinding *air track*, program akan menampilkan kecepatan sebelum tumbukan, kecepatan sesudah tumbukan dan koefisien restitusi ( $e$ ) dari masing-masing benda yang ditumbukkan.

### Uji Coba Alat dan Pengambilan Data

Langkah awal dalam pengambilan data yaitu mengkalibrasi alat dengan tujuan untuk mengubah satuan piksel kedalam satuan cm dengan cara ditentukan terlebih dahulu berapa cm nilai yang dikalibrasi, setelah itu tekan tanda rekam mouse kemudian gerakkan mouse sepanjang nilai cm yang sudah ditentukan.

Setelah kalibrasi selesai, pengambilan data dapat dilakukan dengan menumbukkan *mouse* dengan dinding *air track*. Sebelum mulai menumbukkan mouse dengan dinding *air track* klik tombol *rekam mouse* pada pilihan menu. Setelah muncul aba-aba maka mouse dapat ditumbukkan. Selama proses perekaman usahakan gerakan *mouse* sebelum menumbuk dan sesudah menumbuk dinding *air track* tetap lurus. Ketika selesai merekam data, grafik posisi (x) terhadap waktu (y) akan muncul secara otomatis pada grafik x(t).

Selanjutnya dilakukan proses *cropping* data pada grafik awal yang muncul. Kemudian grafik yang sudah dilakukan *cropping* digunakan sebagai analisis data.

Setelah proses *cropping*, akan muncul secara otomatis kecepatan sebelum tumbukan, kecepatan sesudah tumbukan serta koefisien restitusi ( $e$ ) dari masing-masing jenis benda (kayu, seng, karet) yang ditumbukkan.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Air Track* dibuat dengan bahan-bahan yang mudah didapatkan, antara lain kayu, seng, lem, skrup dan pipa pvc seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Air track* sederhana

Bagian atas dari *air track* berbahan seng dengan jarak masing masing lubang 1 cm. Lubang dibuat sekecil mungkin dengan diameter 0,5 mm agar aliran udara yang keluar dari *air track* menjadi gaya dorong yang kuat bagi *optical wireless mouse* sebagai benda yang ditumbukkan dengan dinding *air track*. Pipa pralon warna putih berdiameter 2,15 cm dibuat di samping *air track* untuk memasukkan udara dari kompresor. Sedangkan bagian bawah *air track* berbahan kayu. *Air track* ini berdimensi panjang 37 cm, lebar 8 cm dan tinggi 11 cm.

*Air track* ini dirancang dengan memberikan keadaan dimana gesekan dapat diabaikan. Kondisi ini dapat mengindikasikan bahwa *air track* cukup baik untuk digunakan dalam percobaan kinematika. Selain itu, *air track* sederhana juga memiliki dinding yang bisa diganti-ganti. Peneliti menggunakan 3 jenis benda yang berbeda yaitu kayu, seng dan karet yang akan ditumbukkan yang ditunjukkan pada Gambar 4.





**Gambar 4.** Tumbukan kayu dengan kayu, seng dengan seng, karet dengan karet

**Percobaan 1 : Tumbukan kayu dengan kayu.**

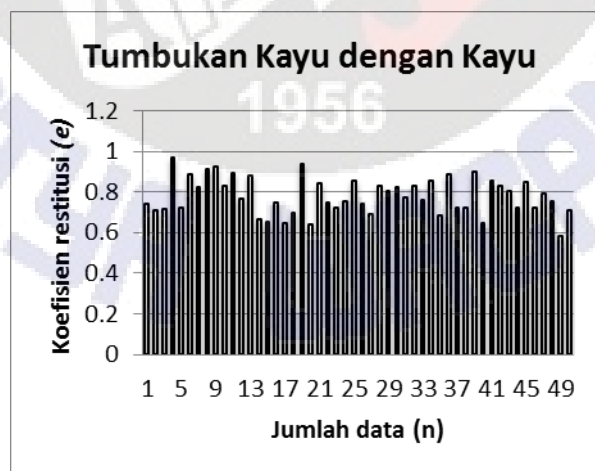
Percobaan pertama yang dilakukan yaitu tumbukan kayu. Untuk memperoleh data yang akurat, percobaan dilakukan sebanyak 50 kali. Sehingga dapat diketahui rata-rata nilai koefisien restitusi ( $e$ ) dari tumbukan kayu dengan kayu. Berdasarkan hasil percobaan yang telah diolah menggunakan *Microsoft Excel* didapatkan hasil rata-rata nilai koefisien restitusi ( $e$ ) yang diperoleh sebesar 0,78, dengan simpangan baku relatif 11% yang mengindikasikan bahwa peristiwa ini termasuk didalam jenis tumbukan lenting sebagian.

**Percobaan 2: Tumbukan seng dengan seng.**

Percobaan kedua yaitu tumbukan seng dengan seng. Dinding *air track* dari kayu diganti dengan seng, mouse dibagian depan juga diganti dengan seng. Didapatkan hasil rata-rata koefisien restitusi ( $e$ ) yang diperoleh dari tumbukan seng dengan seng adalah 0,69, dengan simpangan baku relatif 10% yang mengindikasikan bahwa peristiwa ini termasuk didalam jenis tumbukan lenting sebagian.

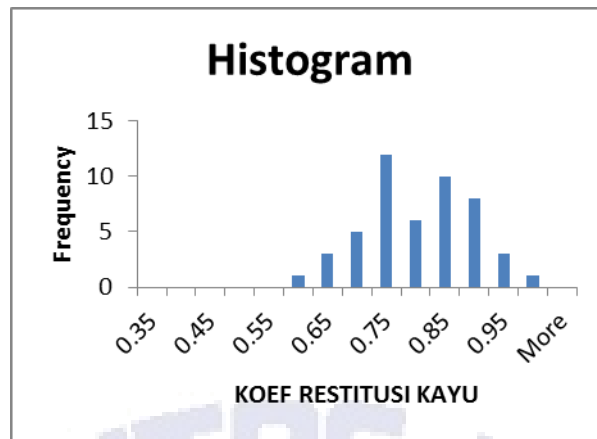
**Percobaan 3 : Tumbukan karet dengan karet.**

Percobaan ketiga yaitu tumbukan karet dengan karet, bagian depan *mouse* juga diganti dengan karet. Didapatkan hasil nilai rata-rata koefisien restitusi ( $e$ ) yang diperoleh dari tumbukan karet dengan karet adalah 0,54, dengan nilai simpangan baku relatif 15% yang mengindikasikan bahwa peristiwa ini termasuk didalam jenis tumbukan lenting sebagian.



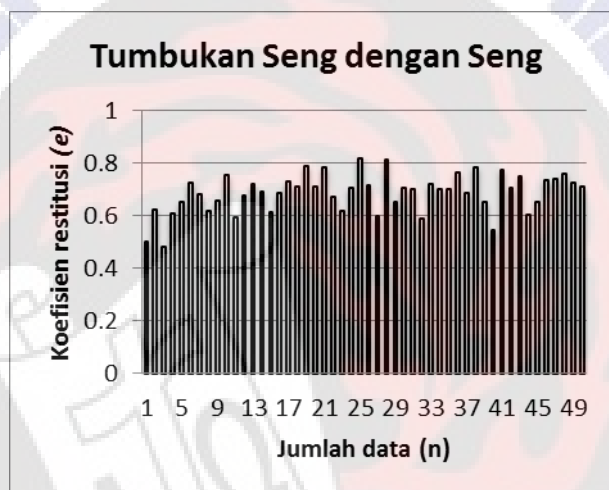
**Gambar 5.** Grafik nilai koefisien restitusi ( $e$ ) dari peristiwa tumbukan kayu dengan kayu

Dari hasil 50 kali percobaan dari masing -masing peristiwa tumbukan kayu dengan kayu, yang di tunjukkan oleh Gambar 5. Tumbukan kayu dengan kayu memiliki nilai koefisien restitusi ( $e$ ) terkecil yaitu 0,58 dan nilai koefisien restitusi ( $e$ ) terbesar 0,93.



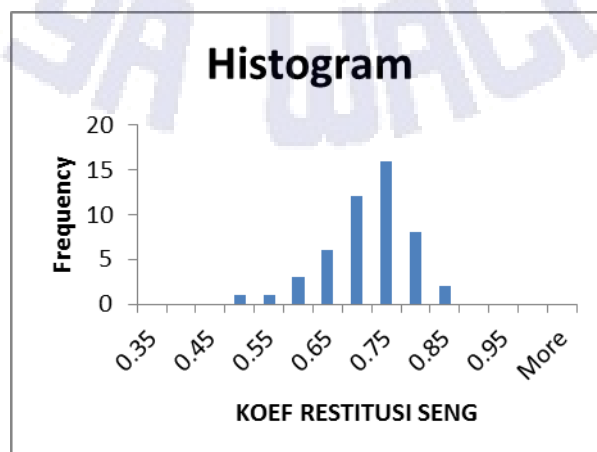
**Gambar 6.** Tumbukan kayu dengan kayu

Gambar 6 merupakan data distribusi frekuensi dari tumbukan kayu dengan kayu. Berdasarkan grafik histogram frekuensi yang sering muncul berada pada nilai 0,75.



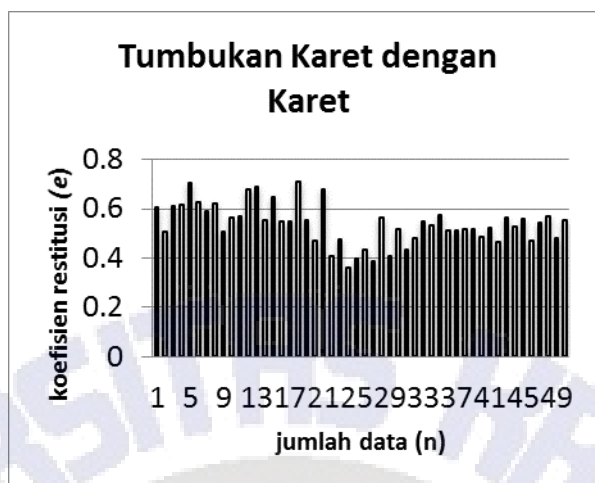
**Gambar 7.** Grafik nilai koefisien restitusi ( $e$ ) dari peristiwa tumbukan seng dengan seng

Dari hasil 50 kali percobaan dari masing-masing peristiwa tumbukan seng dengan seng, yang di tunjukkan oleh Gambar 7. Tumbukan seng dengan seng memiliki nilai koefisien restitusi terkecil 0,48 dan nilai koefisien restitusi ( $e$ ) terbesar 0,81.



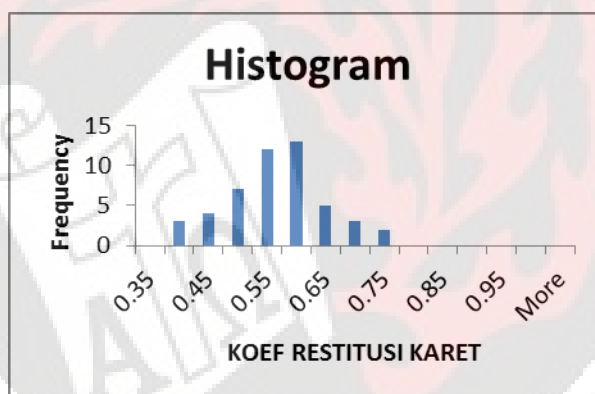
**Gambar 8.** Tumbukan kayu dengan kayu

Gambar 8 merupakan data distribusi frekuensi dari tumbukan seng dengan seng. Berdasarkan grafik histogram frekuensi yang sering muncul berada pada nilai 0,75.



**Gambar 9.** Grafik nilai koefisien restitusi ( $e$ ) dari peristiwa tumbukan karet dengan karet

Dari hasil 50 kali percobaan dari masing-masing peristiwa tumbukan karet dengan karet, yang di tunjukkan oleh Gambar 5. Tumbukan karet dengan karet memiliki nilai koefisien restitusi ( $e$ ) terkecil 0,21 dan nilai koefisien restitusi ( $e$ ) terbesar 0,70.



**Gambar 10.** Tumbukan Karet dengan Karet

Gambar 10. Merupakan data distribusi frekuensi dari tumbukan karet dengan karet dimana frekuensi yang sering muncul berada pada nilai 0,6. Selanjutnya dilakukan analisis untuk menentukan apakah koefisien restitusi ( $e$ ) dari kayu, seng dan karet dapat terbedakan atau tidak. Analisa menggunakan *Microsoft excel* yakni *F-test two sampe for variance* (Supramono, 1994; Andale, 2013).

**Tabel 1.** Perbandingan Tumbukan Kayu dan Seng

	<i>Kayu</i>	<i>Seng</i>
Mean	0.779087	0.6861522
Variance	0.007933726	0.005464524
Observations	50	50
Df	49	49
F	1.451860251	
P(F<=f) one-tail	0.097727827	
F Critical one-tail	1.607289463	

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Tabel 1, didapatkan bahwa nilai F lebih kecil dari nilai kritis ( $1,45186 < 1,60728$ ), sedangkan standart eror diperoleh dari  $\frac{\text{variance}}{\text{mean}} \times 100\%$ . nilai simpangan baku relatif relatif dari kayu 11% sedangkan nilai standart simpangan baku relatif relatif dari seng 10 %.

Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik, koefisien restitusi (*e*) kayu dan seng tidak terbedakan. TIDAK TERBEDAKAN yang artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara koefisien restitusi (*e*) kayu dengan koefisien restitusi (*e*) seng sehingga koefisien restitusi (*e*) dari kayu dan koefisien restitusi (*e*) seng sama.

**Tabel 2.** Perbandingan Tumbukan Kayu dan Karet

	Kayu	Karet
Mean	0.779087	0.5383986
Variance	0.007933726	0.006828012
Observations	50	50
Df	49	49
F	1.161937842	
P(F<=f) one-tail	0.300697592	
F Critical one-tail	1.607289463	

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Tabel 2, didapatkan bahwa nilai F lebih kecil dari nilai kritis ( $1,16193 < 1,60728$ ), nilai simpangan baku relatif relatif dari kayu 11% sedangkan nilai simpangan baku relatif relatif dari karet 15 %.

Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik, koefisien restitusi (*e*) kayu dan karet tidak terbedakan. TIDAK TERBEDAKAN yang artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara koefisien restitusi (*e*) kayu dengan koefisien restitusi (*e*) karet sehingga koefisien restitusi (*e*) dari kayu dan koefisien restitusi (*e*) karet sama.

**Tabel 3.** Perbandingan Tumbukan Seng dengan Karet

	Seng	Karet
Mean	0.6861522	0.5383986
Variance	0.005464524	0.006828012
Observations	50	50
Df	49	49
F	0.8003097	
P(F<=f) one-tail	0.219203854	
F Critical one-tail	0.622165468	

Berdasarkan hasil analisa yang ditunjukkan pada Tabel 3, didapatkan bahwa nilai F lebih besar dari nilai kritis ( $0,80030 > 0,62216$ ), nilai simpangan baku relatif relative dari seng 10% sedangkan nilai simpangan baku relatif relatif dari karet 15%.

Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik, koefisien restitusi (*e*) seng dan koefisien restitusi (*e*) karet TERBEDAKAN. Terbedakan yang artinya ada perbedaan yang signifikan antara koefisien restitusi (*e*) seng dengan koefisien restitusi (*e*) karet sehingga koefisien restitusi (*e*) dari seng dan koefisien restitusi (*e*) karet tidak sama sama.

#### D. KESIMPULAN

Dari semua percobaan yang dilakukan, peristiwa tumbukan kayu dengan kayu, seng dengan seng, serta karet dengan karet dengan menggunakan *air track* sederhana serta melalui pengolahan data di *Microsoft Excel* menghasilkan tumbukan lenting sebagian. Untuk percobaan



pertama tumbukan kayu dengan kayu diperoleh rata-rata koefisien restitusi ( $e$ ) 0,78, kemudian percobaan kedua tumbukan seng dengan seng rata-rata koefisien restitusi ( $e$ ) adalah 0,69, sedangkan pada percobaan ketiga diperoleh rata-rata koefisien restitusi adalah 0,54. Perbandingan koefisien restitusi ( $e$ ) kayu dan koefisien restitusi ( $e$ ) seng menggunakan analisis *F-test two sample variance* kesimpulannya TIDAK TERBEDAKAN. Perbandingan koefisien restitusi ( $e$ ) kayu dengan koefisien restitusi ( $e$ ) karet TIDAK TERBEDAKAN. Perbandingan koefisien restitusi ( $e$ ) seng dengan koefisien restitusi ( $e$ ) karet TERBEDAKAN. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembuatan alat sederhana *air track* dengan memanfaatkan *optical wireless mouse* dapat digunakan sebagai media pembelajaran Fisika untuk membantu memahami konsep tumbukan.

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Purwanti, S. dan Pramudya Y. (2014). Penentuan Koefisien Restitusi Tumbukan 2 Bola dengan Analisis Tracker. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY, Yogyakarta. Universitas Ahmad Dahlan.*
- Hikmah, N. (2014). Pengaruh Hypermedia Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA pada Konsep Momentum dan Impuls. *Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.*
- Hingkua, P. dan Wirjawan, D. (2015). Media Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Video Pada Pokok Bahasan Momentum, Impuls, dan Tumbukan. *Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.*
- Nugroho D.K. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika SMA Kelas XI Menggunakan Microsoft Excel 2010 Pada Topik Bahasan Impuls dan Momentum. *Jurnal Portal Garuda Vol.2 No.1 .*
- Dade, E. (2012). Pengukuran Viskositas Menggunakan Alat Suntik (SPOIT) dan Mouse Optik. *Skripsi. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.*
- Griffiths, D.F. (2012). An Introduction Matlab. <http://www.maths.dundee.ac.uk>. maret 2015.
- Yahya, K. 2011. Aplikasi Citra Digital Menggunakan Teknik Kompresi Jpeg dengan Fungsi GUI pada Matlab. *Jurnal Teknik Volume 3 No 2.*
- Oluwole, F.J. (2013). MATLAB Graphical User Interface (GUI) for Wireless Metropolitan Area Network Optimum Performance. *International Journal of Science and Technology Volume 2 No. 6, June, 2013.*
- Wijaya, P.A. (2015). Rancang Bangun Alat Eksperimen Momentum dan Tumbukan. *Prosiding SKF ISBN : 978-602-19655-9-7. Institut Teknologi Bandung.*
- Wulandari, M., Noviandini, D. dan Sudjito, D. N. (2014). Inovasi Pembelajaran Fisika dengan Metode "Eyetracking Analysis Based Camera" (Studi Kasus pada Pembelajaran Hukum Kekekalan Momentum). *Skripsi. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.*
- Wantoro, K, Rondonuwu, F.S., dan Sudjito, D. N. 2016. Pemanfaatan Kamera "Smartphone dan eyetracking analysis" Pada Percobaan Kinematika di Atas Landasan Udara Dua Dimensi. *Jurnal UPEJ ISSN 2252-6935.*
- Rasanzani, D. (2016). Pengembangan Media Animasi pada Materi Tumbukan. *Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.*
- Supramono. (1994). *Pemanfaatan Teknik Analysis Statistika Inferensi dalam Pelaporan Penelitian.* Salatiga.
- Halliday dan Resnick, (1991), *Fisika Jilid I (Terjemahan)*, Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Giancoli, Douglas C. (2001). *Fisika*. Edisi Kelima Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Andale, 2013. F-Test Two Sample For Variances Excel 2013. <http://www.statisticshowto.com/run-f-test-two-sample-variances-excel> 2013. 15 November 2016.